



REC'D 25 JUL 2000

A - D

PCT

DE 00 / 1491

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 199 31 312.1

**Anmeldetag:** 7. Juli 1999

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Korrektur einer Nutz-  
signalverfälschung

**IPC:** H 04 L, H 04 Q und H 04 B

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 12. Juli 2000  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Weihmann

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

199 31 312.1 vom 7.7.99

1

## Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Korrektur einer Nutzsignalverfälschung

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Korrektur einer Nutzsignalverfälschung im Empfangsteil eines, insbesondere nach dem TDD- oder TDMA-Verfahren arbeitenden, Nachrichtenübertragungssystems nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1

10

sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

15

In Mobilfunksystemen sind aufgrund der begrenzten Ressourcen des Frequenzspektrums Mehrfachzugriffs- oder Multiplexverfahren zwingend notwendig, um Teilnehmerzahlen in der Größenordnung von Millionen bis hin zu hunderten Millionen zu ermöglichen. Die Art des Zugriffs mehrerer Teilnehmer muß so organisiert sein und die Empfangsteile müssen so ausgebildet werden, daß es nicht zu unzulässigen Störungen der Informationsübertragung kommt.

20

Als grundlegende Vielfachzugriffsverfahren sind das Frequenz-, Zeit- und Codemultiplexverfahren bekannt, und alle drei Verfahren werden in Mobilfunknetzen praktisch angewandt. Speziell Zeitmultiplexverfahren, die als TDD (Time Division Duplex) bzw. TDMA (Time Division Multiple Access) praktiziert werden, haben bei digitalen Mobilfunknetzen große Verbreitung gefunden, wobei sie vielfach mit Frequenzmultiplexverfahren (FDMA = Frequency Division Multiple Access) derart kombiniert sind, daß mehrere Trägerfrequenzen vorgesehen sind. So werden nach dem GSM-Standard Trägerfrequenzen mit jeweils 200 kHz Abstand zueinander vorgesehen, und auf jeder Trägerfrequenz ist eine Unterteilung in acht Zeitschlitz (Slots) vorgegeben.

30

35

Auch für Schnurlostelefone finden Zeitmultiplextechniken mehr und mehr Anwendung, wobei auch hier eine Kombination zwischen FDMA und TDMA vorgesehen ist. Beim europäischen DECT-Standard

für Schnurlostelefone werden bis zu zehn Frequenzkanäle verwendet, die jeweils für Up- und Downlink in zwölf Zeitschlitze unterteilt sind.

- 5 Die Empfänger in TDD- oder TDMA-Systemen können nach dem Direct-Conversion-Prinzip aufgebaut sein. Bei derartigen Empfängern haben Nachbarkanalstörungen infolge quadratischer Anteile, die im analogen Teil des Empfängers, insbesondere im Empfangsmischer entstehen, rechteckförmige Störungen zur  
10 Folge, die bei der üblichen digitalen Modulation eine Erhöhung der Bitfehlerrate bewirken. Zur Erfüllung der in den Systemprotokollen, beispielsweise des GSM-Systems, festgelegten hohen Anforderungen hinsichtlich der Bitfehlerrate sind sehr hohe Forderungen an die Übertragungseigenschaften des  
15 Mixers zu stellen, die mit etablierten Schaltkreistechnologien derzeit nicht erfüllbar sind.

Es wurde daher vorgeschlagen, die erwähnten Störungen mittels iterativer, rechnerischer Ermittlungen der mit Ihnen verbundenen Veränderung der Signalamplitude (Offset) durch eine dem  
20 Mischer nachgeschaltete Korrektureinrichtung nachträglich zu korrigieren. Dies ist jedoch mit einem hohen Rechenaufwand und entsprechendem erhöhtem Stromverbrauch verbunden und verringert daher die mögliche maximale Gesprächsdauer, die einen  
25 wesentlichen Leistungsparameter jedes Mobiltelefons darstellt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes, Rechenaufwand und Strom sparendes Verfahren der gattungsgemäßen Art sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens anzugeben.  
30

Diese Aufgabe wird hinsichtlich ihres Verfahrensaspektes gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1  
35 und hinsichtlich ihres Vorrichtungsaspektes durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8.

Die Erfindung schließt den wesentlichen Gedanken ein, zunächst den Zeitpunkt des Einsetzens einer Störung zu bestimmen und anhand dieser Kenntnis anschließend einen Korrekturvorgang in hinsichtlich der Berechnungsvorgänge weniger aufwendiger und damit stromsparender Weise auszuführen. Durch Anwendung eines analogen Korrekturverfahrens kommt man hierbei nahezu ohne Rechenaufwand (im engeren Sinne) aus.

Bei einer bevorzugten Ausführung wird zur Bestimmung des Zeitpunktes des Einsetzens der Störung zunächst eine Differenzierung des Gesamtsignals und anschließend eine Schwellwertdiskriminierung der ersten Ableitung mit einem vorbestimmten Schwellwert ausgeführt. Dieser Schwellwert entspricht der maximal möglichen Steilheit des Nutzsignals, zur Vermeidung von Fehldetektionen multipliziert mit einem geeignet gewählten Sicherheitsfaktor. Sowohl die Bildung der ersten Ableitung des Gesamtsignals als auch deren Vergleich mit dem erwähnten Schwellwert stellen Routineoperationen dar, die in integrierter Schaltungstechnik bzw. mittels geeigneter Software - im Rahmen der ohnehin implementierten komplexen digitalen Signalverarbeitung (DSP = Digital Signal Processing) ohne weiteres und mit geringerem Stromverbrauch realisierbar sind.

Alternativ ist es aber auch möglich, zur Bestimmung des Zeitpunktes des Einsetzens einer Störung ein spezielles Detektorelement (beispielsweise eine Detektordiode) oder eine Schaltung entsprechender Funktion (beispielsweise eine sogenannte RSSI-Schaltung) vorzusehen, die insbesondere den Frequenz-Offset des Störers gegenüber dem Trägersignal ausnutzt.

Der unter Ausnutzung der Information über den Einsatzzeitpunkt der Störung ausgeführte eigentliche Korrekturvorgang kann als Berechnungsvorgang aufgrund digitalisierter Werte der Signalamplitude oder alternativ auch als eine analoge "Subtraktion" ausgestaltet sein.

Im ersteren Fall erfolgt insbesondere zunächst eine (digitale) Mittelwertbildung des Gesamtsignals im Zeitraum von der Anstiegsflanke des Nutzsignals bis zum Einsatzzeitpunkt der Störung auf der einen Seite und im Zeitraum vom Einsatzzeitpunkt der Störung bis zur abfallenden Flanke des Nutzsignals auf der anderen Seite und anschließend eine Subtraktion der beiden errechneten Mittelwerte. Es ist auch möglich, bei der Detektion des Störers die Störsignalenergie zu ermitteln und von der Gesamtsignalenergie ab dem Einsatzzeitpunkt der Störung zu subtrahieren. Auch in diesem letzteren Fall ist eine Subtraktion im Sinne einer echten Berechnung möglich, nachdem die entsprechenden Energiewerte digitalisiert wurden.

Bei einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind - entsprechend der oben gegebenen Charakterisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens - Erfassungsmittel zur Bestimmung des Einsatzzeitpunktes der Störung und eingangsseitig mit diesen Erfassungsmitteln verbundene Korrekturmittel zur Ausführung der Offsetkorrektur vorgesehen. Auf Ausführungsmöglichkeiten für die Erfassungsmittel wurde bereits weiter oben hingewiesen. Falls ein Detektorelement bzw. eine Detektorschaltung eingesetzt wird, so wird dieser insbesondere eine Korrekturstufe zur Berücksichtigung der Detektorkennlinie für die Ausgangssignalform und/oder eine Impulsformerstufe nachgeschaltet. Die eigentlichen Korrekturmittel können in analoger Ausführung eine analoge Subtraktionseinrichtung aufweisen; im Falle einer digitalen Berechnung des Offset- bzw. Korrekturbetrages sind ein Bezugswertspeicher und eine digitale Subtraktionsstufe und insbesondere eine diesen Einheiten vorgeschaltete Mittelwertberechnungsstufe vorgesehen.

Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich im übrigen aus den Unteransprüchen bzw. der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Figuren. Von diesen zeigen:

Fig. 1a und 1b beispielhafte Darstellungen der Zeitabhängigkeit von Nutzsignal und Störsignal bzw. eines Gesamtsignals eines realen Mischers bei einem Direct-Conversion-Empfänger,

5

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform in Form eines Blockschaltbildes,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform in Form eines Blockschaltbildes,

10

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform in Form eines Blockschaltbildes und

15

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer vierten Ausführungsform in Form eines Blockschaltbildes.

In Fig. 1a sind der zeitliche Verlauf eines Nutzsignals mit einer Trägerfrequenz  $f_1$  und einem Pegel  $P_1$  sowie eines Störsignals mit einer Trägerfrequenz  $f_2$  und einem Pegel  $P_2$  separat dargestellt, wie sie bei einem idealen Empfangs-Mischer auftreten würden. Mit  $t_A$  ist der Anfangszeitpunkt (die ansteigende Flanke) eines Nutzsignalimpulses und mit  $t_E$  dessen Endzeitpunkt (abfallende Flanke) bezeichnet, während mit  $t_0$  der Endzeitpunkt der - bei diesem Beispiel vor der Anstiegsflanke des Nutzsignalimpulses einsetzenden - Störimpulses bezeichnet ist.

20

25

In Fig. 1b ist ein entsprechendes Ausgangssignal eines realen Empfangs-Mischers in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt, wobei dieselbe Zeitachse wie bei Fig. 1a zugrunde gelegt wurde.

30

In Fig. 2 ist zur Darstellung einer ersten Ausführungsform der Erfindung eine Anordnung 100 aus einem Mischer 101, einer diesem nachgeschalteten Verstärkerstufe 102, einem dieser nachgeschalteten Tiefpaßfilter 103, einer diesem nachgeschal-

35

teten Differenzierstufe 104, einem dieser nachgeschalteten Schwellwertdiskriminator 105 und einem parallel zur Differenzierstufe 104 dem Tiefpaßfilter 103 nachgeordneten und durch ein Ausgangssignal des Schwellwertdiskriminators 105 gesteuerten Offsetkompensationsstufe 106 gezeigt. Die Offsetkompensationsstufe 106 umfaßt (was in der Figur nicht einzeln dargestellt ist) eine Mittelwertbildungsstufe zur digitalen Mittelwertbildung und eine Subtraktionsstufe zur Subtraktion der vor bzw. nach dem Endzeitpunkt  $t_0$  (Fig. 1a) der Nebenkanalstörung erfaßten gemittelten Pegelwerte. Die Differenzierstufe kann in an sich bekannter Weise als analoger Differentiator oder als digitale, hardwaremäßig realisierte Differenzierstufe ausgeführt oder durch eine programmierbare Signalverarbeitung im Rahmen der DSP eines Mobilfunk-Endgerätes realisiert sein.

Für den Fall, daß mit mehreren Störungen zu rechnen ist, sind mehrere Einrichtungen zur Speicherung der erfaßten Zeitpunkte der Störungen sowie der entsprechenden Pegelwerte vorzusehen.

Die gezeigte Anordnung ist speziell von Vorteil bei langen Nutzsignal-Bursts, die durch mehr als einen kurzen Störimpuls überlagert sind, und daher besonders relevant für den Multi-slotbetrieb unter dem GSM-Standard.

In Fig. 3 ist eine gegenüber Fig. 2 modifizierte Anordnung 200 gezeigt, bei der ebenfalls ein Mischer 201, eine diesem nachgeschaltete Verstärkerstufe 202 sowie eine Offsetkompensationsstufe 207 vorgesehen sind. Ein Tiefpaßfilter 203 ist hier in einem parallelen Verarbeitungszweig angeordnet, und diesem ist eine Detektordiode 204 zur Erfassung des Störsignals nachgeschaltet. Der Detektordiode ist eine Impulsformerschaltung 205 und dieser eine Zeiterfassungsstufe 206 zur Erfassung des Zeitpunktes  $t_0$  (Fig. 1a) nachgeschaltet.

Bei dieser Modifikation kann gegenüber der in Fig. 2 gezeigten Ausführung der Rechenaufwand und damit der Stromverbrauch



weiter verringert und/oder die Genauigkeit der Bestimmung des End- bzw. Einsatzzeitpunktes des Störsignals infolge der hier nicht störenden Bandbegrenzung des Signals erhöht sein.

5 In Fig. 4 ist als weitere Ausführungsform eine Anordnung 300  
- wiederum in Form eines Funktions-Blockschaltbildes - skiz-  
ziert, bei der zunächst in zu Fig. 3 ähnlicher Weise der  
Ausgang eines Mischers 301 einerseits mit einer (hier steuer-  
bar ausgeführten) Verstärkerstufe 302 und andererseits mit  
10 einem Tiefpaßfilter 303 sowie einer diesem nachgeschalteten  
Detektordiode 304 verbunden ist. Sowohl dem steuerbaren Ver-  
stärker 302 als auch der Detektordiode 304 ist jeweils ein  
A/D-Wandler 305a, 305b nachgeschaltet. Der Ausgang des ersten  
A/D-Wandlers 305a ist mit einem ersten Eingang einer Addi-  
15 tionsstufe 306 verbunden, und der Ausgang des zweiten A/D-  
Wandlers 305b ist mit einer Korrekturschaltung 307 zur Kor-  
rektur der Detektorkennlinie und der Verstärkung mit dem am  
Verstärker 302 eingestellten Verstärkungsfaktor A1 verbunden.  
Der Ausgang der Korrekturstufe 307 ist über einen Inverter  
20 308 mit einem zweiten Eingang der Additionsstufe 306 verbun-  
den. Insgesamt wird mit dieser Anordnung der genannten Kompo-  
nenten 306 bis 308 funktionell eine Subtraktion des bezüglich  
der Detektorkennlinien der Detektordiode 304 einerseits und  
der Verstärkung des in der Verstärkerstufe 302 andererseits  
5 korrigierten Störsignalpegels vom Gesamtsignalpegel reali-  
siert.

In Fig. 5 ist als Blockschaltbild eine weitere Anordnung 400  
aus einem Empfangsmischer 401, einem Tiefpaßfilter 402, einer  
30 diesem nachgeschalteten Detektorschaltung 403 und einer ana-  
logenen Korrekturschaltung 404 zur Korrektur der Detektorkenn-  
linie gezeigt, bei der die Ausgänge des Empfangsmischers 401  
und der Korrekturschaltung 404 jeweils mit dem nicht-inver-  
tierenden Eingang zweier Operationsverstärker 405a, 405b ver-  
35 bunden sind, deren Ausgänge schließlich in eine Verstärker-  
stufe 406 münden. Über die Operationsverstärker 405a, 405b  
wird eine analoge Subtraktion des (wiederum hinsichtlich der

Detektorkennlinie korrigierten) Störsignals vom Gesamtsignal realisiert und das Differenzsignal schließlich verstärkt.

5 Die zuletzt gezeigte Anordnung hat insbesondere den Vorteil einer Erhöhung der Dynamik, da das Störsignal bereits im Basisband auskorrigiert wird.

10 Die Ausführung der Erfindung ist nicht auf die hier beschriebenen Beispiele beschränkt, sondern auch in einer Vielzahl von Abwandlungen möglich, die sich dem Fachmann angesichts der obigen Erläuterungen ohne weiteres erschließen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Korrektur einer Nutzsignalverfälschung im Empfangsteil (100; 200; 300; 400) eines, insbesondere nach dem TDD- oder TDMA-Verfahren arbeitenden Nachrichtenübertragungssystems durch eine Nachbarkanalstörung, die einen insbesondere rechteckförmigen Störimpuls im Nutzkanal erzeugt, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß in einem ersten Schritt der Anfangs- oder Endzeitpunkt der Nachbarkanalstörung bestimmt und in einem zweiten Schritt eine Offsetkorrektur unter Nutzung der Information über den Anfangs- oder Endzeitpunkt ausgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß zur Bestimmung des Anfangs- oder Endzeitpunktes der Nachbarkanalstörung in einem ersten Teilschritt eine Differenzierung (104) des Gesamtsignals und in einem zweiten Teilschritt eine Schwellwertdiskriminierung (105) der ersten Ableitung mit einem vorbestimmten Schwellwert ausgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Bestimmung des Anfangs- oder Endzeitpunktes der Nachbarkanalstörung mittels eines Detektorelementes oder einer Detektorschaltung (204; 304; 403), insbesondere unter Ausnutzung des Frequenz-Offset der Störung, ausgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Offset-Korrektur eine digitale Mittelwertbildung des Gesamtsignals bis zum bzw. ab dem Anfangs- oder Endzeitpunkt der Störung und eine anschließende Subtraktion (306) der errechneten Mittelwerte umfaßt.

5. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

bei der Detektion des Störers die Störsignalenergie erfaßt und anschließend von der Gesamtsignalenergie ab dem Anfangszeitpunkt oder bis zum Endzeitpunkt der Störung subtrahiert wird.

5

6. Verfahren nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Subtraktion als rechnerische Subtraktion (306) nach einer Digitalisierung der Signalenergiewerte ausgeführt wird.

10

7. Verfahren nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Subtraktion auf analoge Weise, insbesondere mittels einer Operationsverstärkeranordnung (405a, 405b), ausgeführt wird.

15

8. Vorrichtung (100; 200; 300; 400) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
gekennzeichnet durch  
Erfassungsmittel zur Bestimmung des Anfangs- oder Endzeitpunktes der Nachbarkanalstörung und eingangsseitig mit den Erfassungsmitteln verbundene Korrekturmittel (106; 207; 306; 405a, 405b) zur Ausführung der Offsetkorrektur.

20

9. Vorrichtung nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Erfassungsmittel eine Differenzierstufe (104) und einen dieser nachgeschalteten Schwellwertdiskriminator (105) aufweisen.

25

10. Verfahren nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Erfassungsmittel ein Detektorelement (204; 304; 403), insbesondere eine HF-Detektordiode, und eine diesem nachgeschaltete Korrektur- und/oder Impulsformerstufe (205; 307; 404) aufweisen.

30

35

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Korrekturmittel einen A/D-Wandler (305a; 305b), einen Be-  
zugswertspeicher und eine digitale Subtraktionsstufe (306,  
5 308) aufweisen.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
dem Bezugswertspeicher und der digitalen Subtraktionsstufe  
10 eine Mittelwertbildungsstufe vorgeschaltet ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Korrekturmittel eine analoge Subtraktionseinrichtung,  
15 insbesondere eine Operationsverstärkeranordnung (405a, 405b),  
aufweisen.

## Zusammenfassung

Verfahren und Vorrichtung zur Korrektur einer Nutzsignalverfälschung

5

Verfahren zur Korrektur einer Nutzsignalverfälschung im Empfangsteil (100; 200; 300; 400) eines Nachrichtenübertragungssystems durch eine Nachbarkanalstörung, die einen insbesondere rechteckförmigen Störimpuls im Nutzkanal erzeugt, wobei

10 in einem ersten Schritt der Anfangs- oder Endzeitpunkt der Nachbarkanalstörung bestimmt und in einem zweiten Schritt eine Offsetkorrektur unter Nutzung der Information über den Anfangs- oder Endzeitpunkt ausgeführt wird.

15 (Fig. 2)

FIG 1A

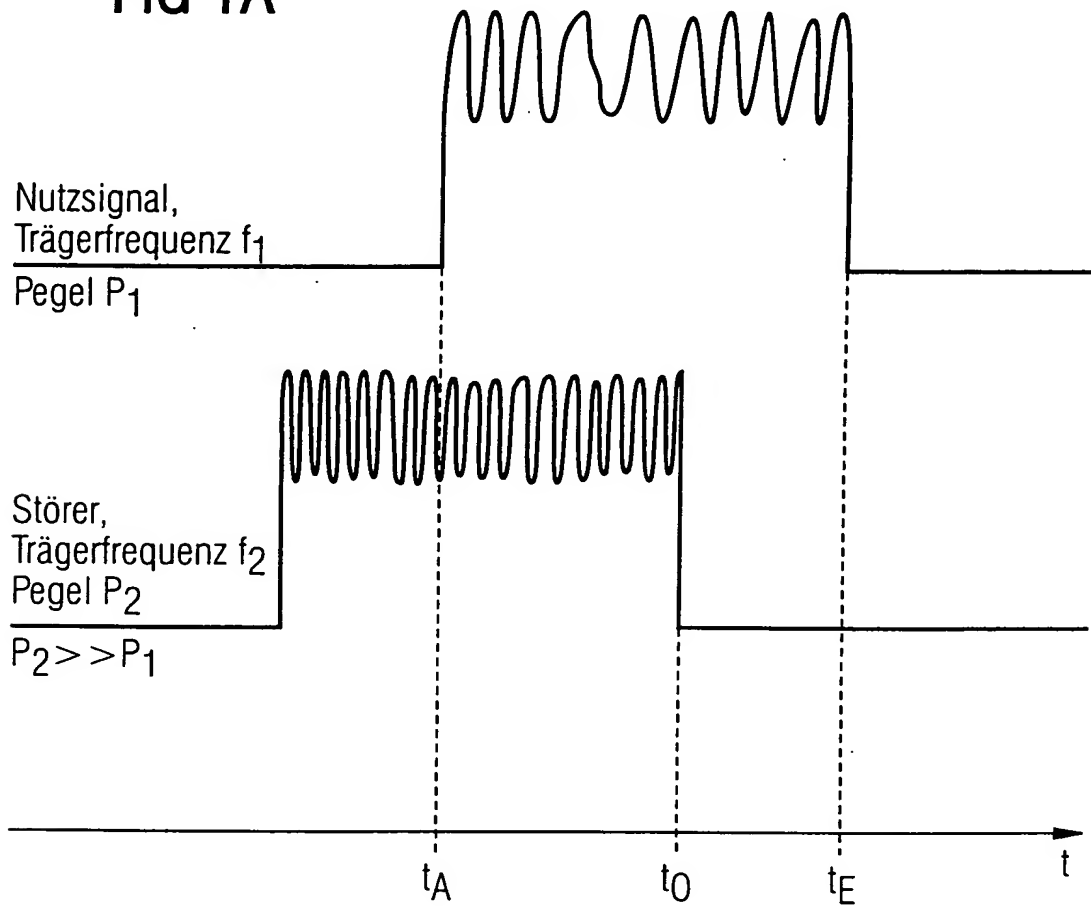
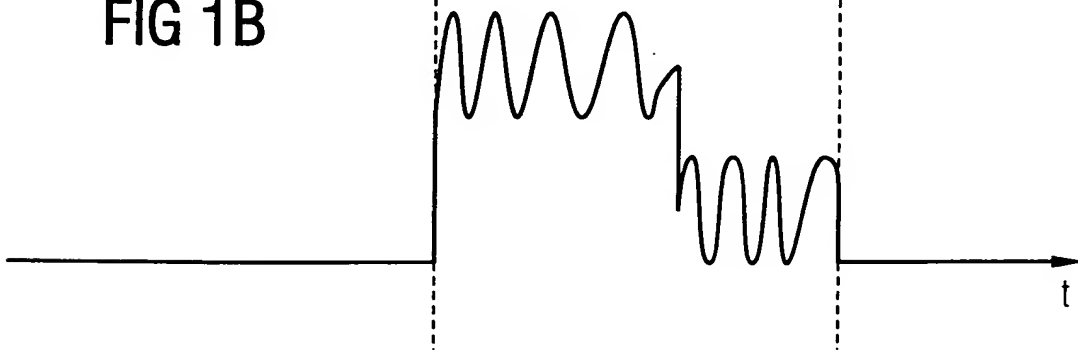
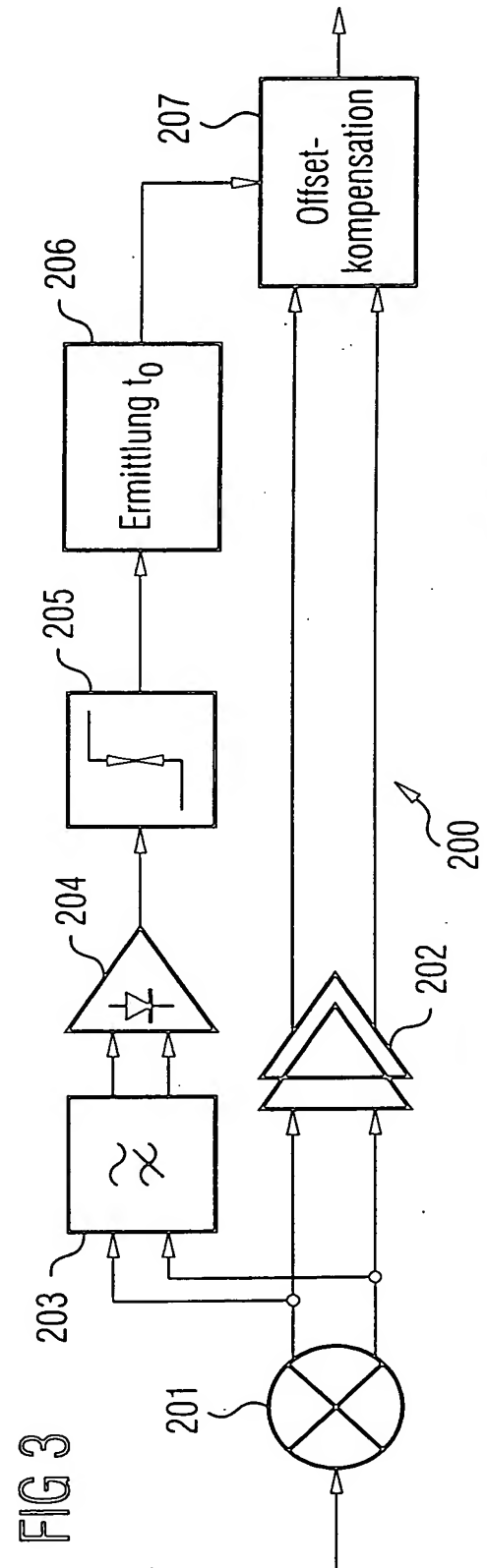
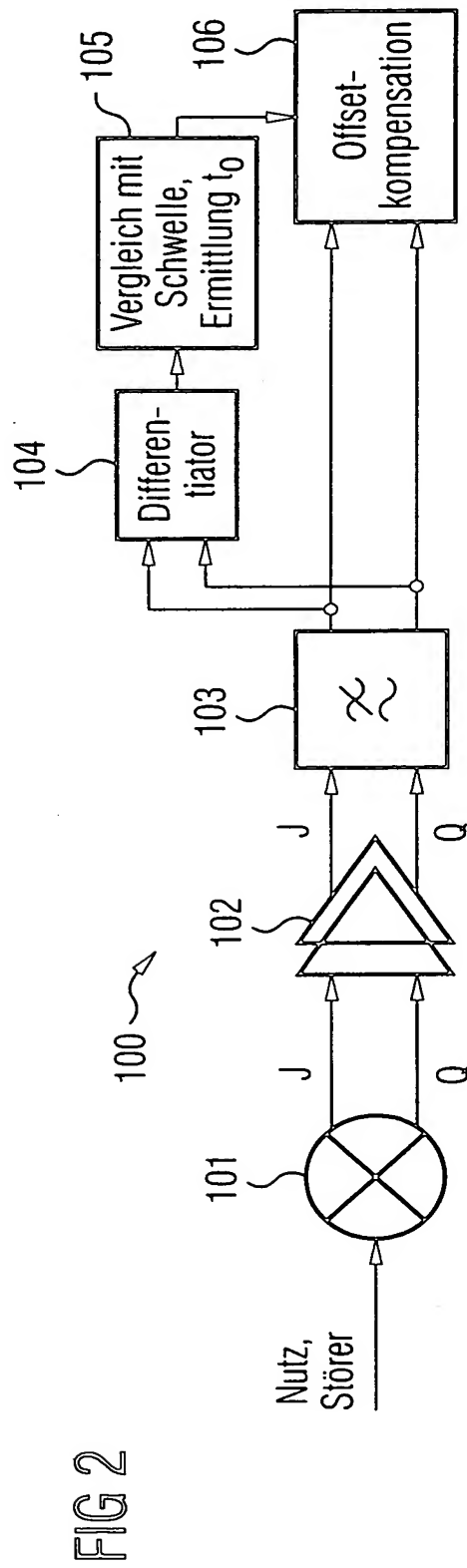
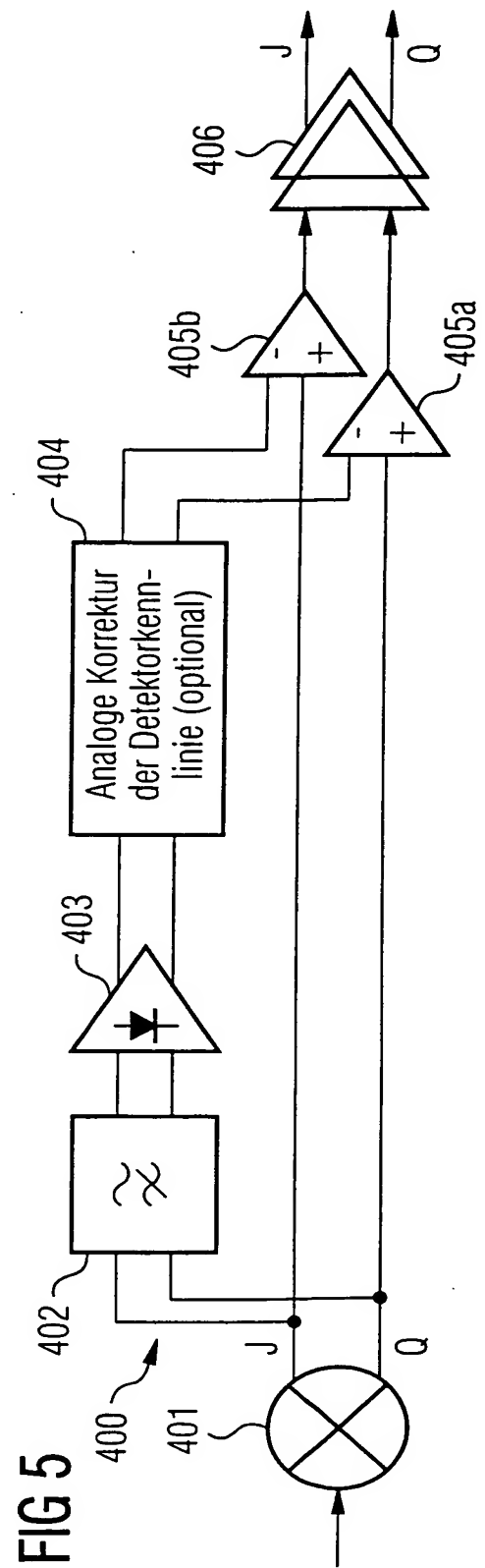
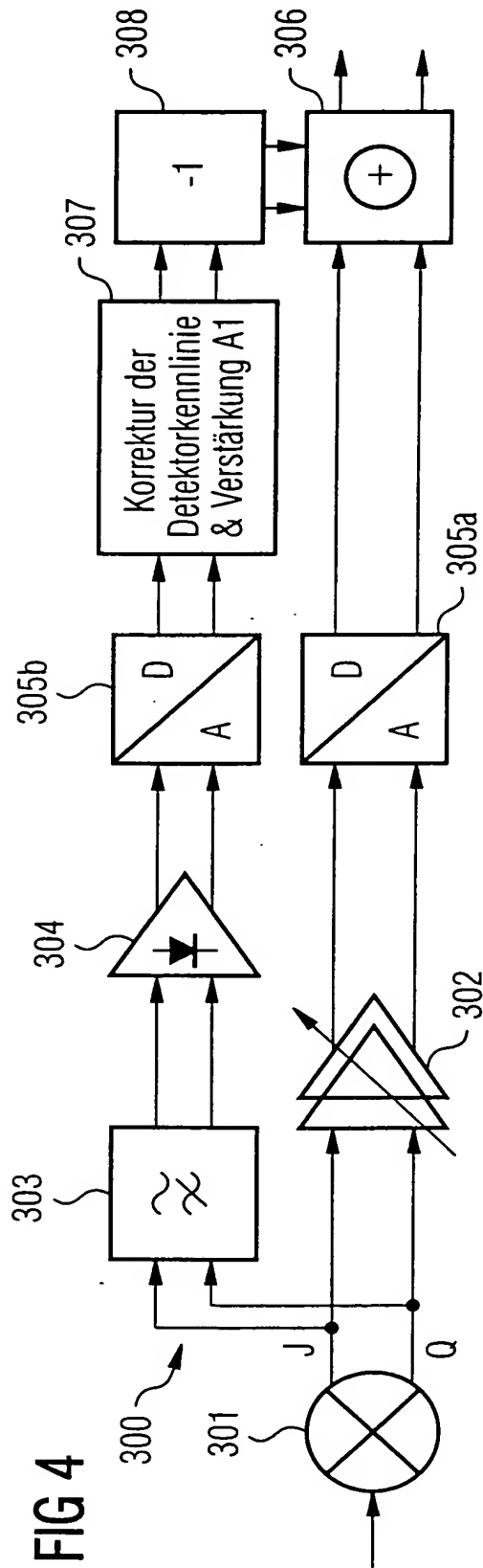


FIG 1B









**THIS PAGE BLANK (USPTO)**